METEOROLOGIA

La meteorología es el estudio científico de la atmósfera de la Tierra. Incluye el estudio de las variaciones diarias de las condiciones atmosféricas, el estudio de las propiedades eléctricas, ópticas y otras de la atmósfera; el estudio del clima, las condiciones medias y extremas durante largos períodos de tiempo, la variación de los elementos meteorológicos cerca del suelo en un área pequeña y muchos otros fenómenos.

Atmósfera

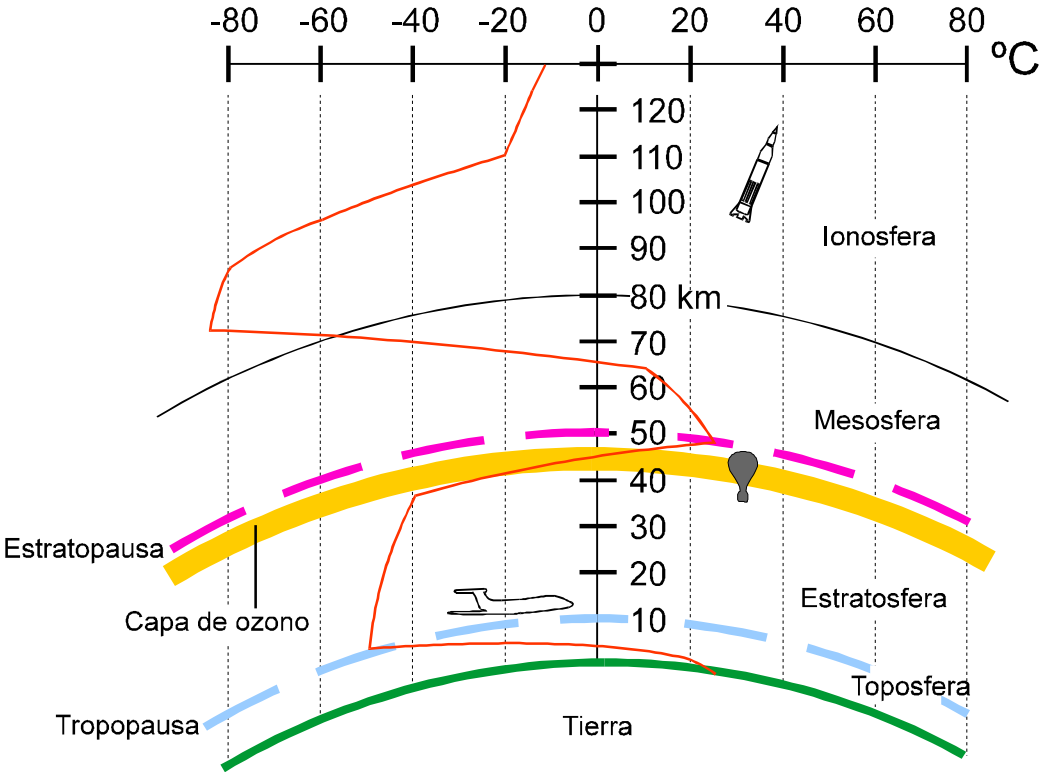
Se puede definir como atmósfera la mezcla de gases que rodea un objeto celeste (como la Tierra) cuando éste cuenta con un campo gravitatorio suficiente para impedir que escapen.
La atmósfera terrestre está constituida principalmente por:

Gas	Porcentaje
Nitrógeno	78
Oxígeno	21
Argón	0,9
Dióxido de carbono	0,03
Vapor de agua, hidrógeno, ozono, metano, monóxido de carbono, helio, neón, kriptón y xenón	0,07

La atmósfera se divide en varios niveles. En la capa inferior, la troposfera, la temperatura suele bajar 5,5 °C por cada 1.000 metros. Es la capa en la que se forman la mayor parte de las nubes.
La troposfera se extiende hasta unos 18 km en las regiones tropicales y hasta unos 10 km en latitudes templadas. El límite entre la Troposfera y la Estratosfera se llama Tropopausa y es la zona de transición entre estas dos. No es de mucho espesor y en algunas zonas está discontinuada.
En la estratosfera la temperatura es prácticamente constante, o bien aumenta ligeramente con la altitud, especialmente en las regiones tropicales. Dentro de la capa de ozono, aumenta más rápidamente, con lo que, en los límites superiores de la estratosfera, casi a 50 km sobre el nivel del mar, es casi igual a la de la superficie terrestre. El límite entre la Estratosfera y la Mesosfera se denomina Estratopausa.
La mesosfera, que va desde los 50 a los 80 km, se caracteriza por un marcado descenso de la temperatura al ir aumentando la altura.
La Ionosfera abarca desde los 80 km hasta los 640 Km. También se la conoce como termosfera, a causa de las altas temperaturas (en torno a los 400 km se alcanzan unos 1.200 °C). La región que hay más allá de la ionosfera recibe el nombre de exosfera y se extiende hasta los 9.600 km, lo que constituye el límite exterior de la atmósfera.

La densidad del aire seco al nivel del mar representa aproximadamente un 1/800 de la densidad del agua. A mayor altitud desciende con rapidez, siendo proporcional a la presión e inversamente proporcional a la temperatura. La presión se mide mediante un barómetro y su valor, expresado en torrs, está relacionado con la altura a la que la presión atmosférica mantiene una columna de mercurio; 1 torr equivale a 1 mm de mercurio. La presión atmosférica normal a nivel del mar es de 760 torrs, o sea, 760 mm de mercurio. Aproximadamente a los 5,6 km es de 380 torrs; la mitad de todo el aire presente en la atmósfera se encuentra por debajo de este nivel. La presión disminuye más o menos a la mitad por cada 5,6 km de ascensión. A una altitud de 80 km la presión es de 0,007 torr.

DIVISIONES DE LA ATMOSFERA



Como se puede observar y analizar la atmósfera está compuesta por 4/5 partes de Nitrógeno y 1/5 parte de Oxígeno y aproximadamente el 1% de otros gases mezclados con estos. Se puede observar que a los 5,6 km la presión es la mitad y por lo tanto el oxígeno que se respira es la mitad que en el ámbito de mar, esto trae perturbaciones en los elementos motrices y decisivos del cuerpo humano pudiendo llegar a la inconsciencia. Debe tomarse muy en cuenta los cambios de altitud al iniciar un vuelo ya que a los 3000 m aproximadamente se comienza a reaccionar en forma subnormal.

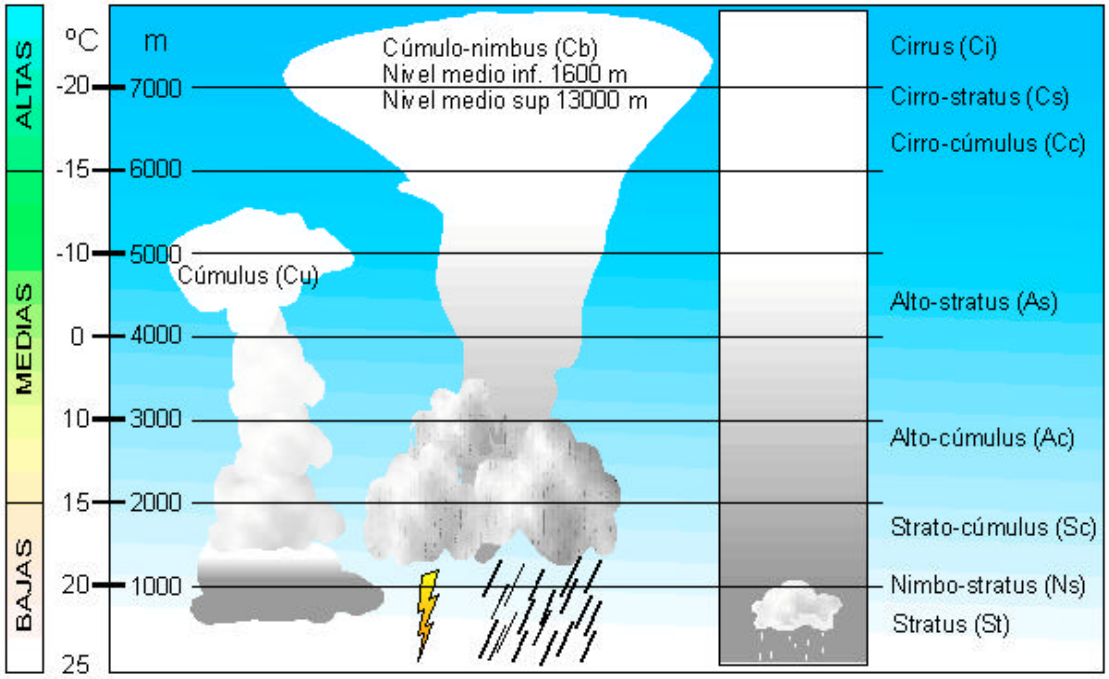
Observación del clima desde la superficie

La observación del clima se puede realizar de dos formas:
a) Visual
b) Con instrumentos.

a) Visual

1 – Las nubes
2 – La visibilidad
3 – El estado del tiempo

1 – Las nubes
Son forma condensada de humedad atmosférica compuesta de pequeñas gotas de agua o de diminutos cristales de hielo. Las nubes son el principal fenómeno atmosférico visible. Como tales, representan un paso transitorio, aunque vital, en el ciclo del agua. Este ciclo incluye la evaporación de la humedad desde la superficie de la Tierra, su transporte hasta niveles superiores de la atmósfera, la condensación del vapor de agua en masas nubosas y el retorno final del agua a la tierra en forma de precipitaciones de lluvia y nieve.
En los primeros tiempos de la aviación, la visibilidad estaba afectada por las nubes; con el desarrollo del vuelo con instrumentos, que permite al piloto navegar en el interior de una nube grande, este obstáculo ha sido mitigado.



Clasificación

Las nubes suelen dividirse en cuatro familias principales según su altura: nubes altas, nubes medias, nubes bajas y nubes de desarrollo vertical; estas últimas

se pueden extender a lo largo de todas las alturas. Estas cuatro divisiones pueden subdividirse en género, especie y variedad, describiendo en detalle el aspecto y el modo de formación de las nubes. Se distinguen más de cien tipos de nubes diferentes. A continuación se describen sólo las familias principales y los géneros más importantes.

Nubes altas

Son nubes compuestas por partículas de hielo, situadas a altitud media inferior de 6 km sobre la tierra. Esta familia contiene tres géneros principales.
Los cirros están aislados, tienen aspecto plumoso y en hebras, a menudo con ganchos o penachos, y se disponen en bandas.
Los cirro-cúmulus forman globos y mechones pequeños y blancos parecidos al algodón; se colocan en grupos o filas.
Los cirrostratus aparecen como un velo delgado y blanquecino; en ocasiones muestran una estructura fibrosa y, cuando están situados entre el observador y la Luna, dan lugar a halos.

Nubes medias

Son nubes compuestas por gotitas de agua, tienen una altitud variable, entre 2 y 6 km sobre la tierra. Esta familia incluye dos géneros principales.
Los alto-cúmulus tienen el aspecto de globos densos, algodonosos y esponjosos un poco mayores que los cirrocúmulos. El brillo del Sol y la Luna a través de ellos puede producir una corona, o anillo coloreado, de diámetro mucho menor que un halo.
Los alto-stratus parecen velos gruesos grises o azules, a través de los que el Sol y la Luna sólo pueden verse difusamente, como tras un cristal traslúcido.

Nubes bajas

El nivel medio superior es aproximadamente de 2 km y el nivel medio inferior está definido cerca de la superficie. Estas nubes, también compuestas por gotitas de agua. Este grupo comprende tres tipos principales.
Los strato-cúmulos son grandes rollos de nubes, de aspecto ligero y de color gris. Con frecuencia cubren todo el cielo. Debido a que la masa nubosa no suele ser gruesa, a menudo aparecen retazos de cielo azul entre el techo nuboso.
Los nimbo-stratus son gruesos, oscuros y sin forma. Son nubes de precipitación, desde las que casi siempre llueve o nieva.
Los stratus son capas altas de niebla. Aparecen, como un manto plano y blanco, a alturas por lo general inferiores a los 600 m. Cuando se fracturan por la acción del aire caliente en ascensión, se ve un cielo azul y claro.

Nubes de desarrollo vertical

Las nubes de esta familia alcanzan altitudes que varían desde 1,5 km hasta más de 13 km sobre la tierra. En este grupo se incluyen dos tipos principales.

Los cumulo-nimbus son oscuros y de aspecto pesado. Se alzan a gran altura, como montañas, y muestran a veces un velo de nubes de hielo, falsos cirros, con forma de yunque en su cumbre. Estas nubes tormentosas suelen estar acompañadas por aguaceros violentos e intermitentes.
Los cúmulus tienen forma de cúpula o de madejas de lana. Se suelen ver durante el medio y el final del día, cuando el calor solar produce las corrientes verticales de aire necesarias para su formación. La parte inferior es, en general, plana y la superior redondeada, parecida a una coliflor
El desarrollo de la aviación a gran altura ha introducido un nuevo grupo de nubes artificiales llamadas estelas de condensación. Están formadas por el vapor de agua condensado que, junto a otros gases, es expulsado por los motores de los aviones.

2 – La visibilidad
Es de suma importancia para el piloto conocer hasta que distancia puede ver o identificar objetos prominentes oscuros durante el día y objetos prominentes iluminados durante la noche para poder evitarlos a tiempo. De esta forma puede determinar si puede despegar desde el aeródromo de partida y aterrizar en el aeródromo destino, en base a las condiciones meteorológicas dadas en dichos instantes, así como el trayecto que va realizar y poder determinar mediante elementos conocidos la trayectoria de la ruta aérea. La visibilidad se expresa en unidades de longitud.

Especificación	Visibilidad
Niebla muy espesa	Menos de 50 m.
Niebla espesa	Entre 50 y 200 m.
Niebla regular	Entre 200 y 500 m.
Niebla moderada	Entre 500 m. Y 1 km.
Neblina	Más de 1 km.

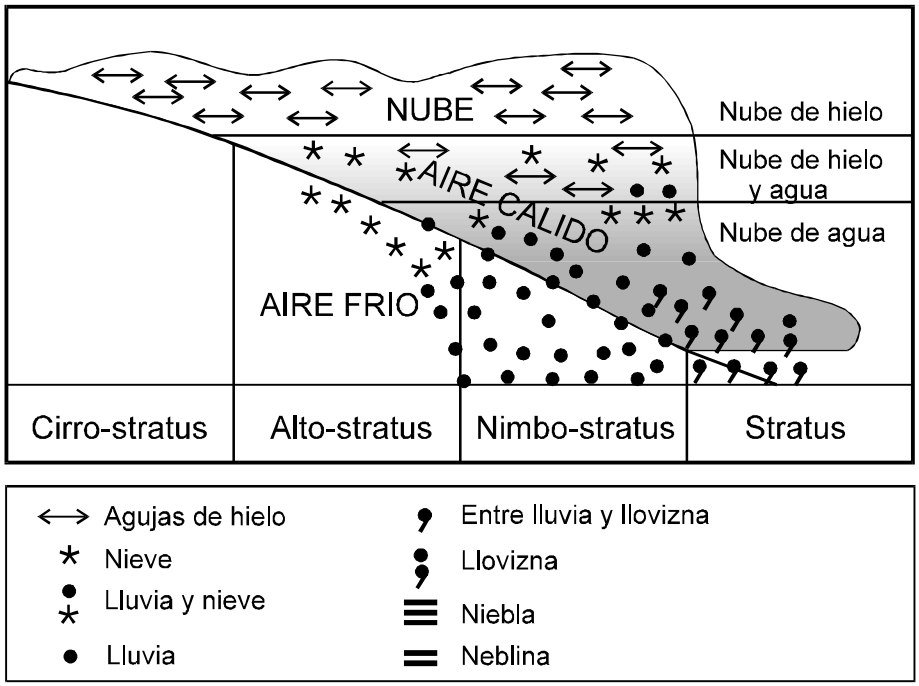
Los valores, medios o estimados, se transmiten en una escala convencional, dividida de 0 (cero) a 9. A continuación se puede observar la tabla de visibilidad para luz diurna y luz nocturna. Para esta última tomando como referencia un foco luminoso de 100 bujías que puede divisarse todavía.

Cifra de la escala	Visibilidad con luz diurna	Observaciones nocturnas Distancia en que deja de ser visible una luz de 100 bujías
0	Inferior a 50 m.	100 m.
1	50 – 200 m.	330 m.
2	200 – 500 m.	740 m.
3	500 – 1000 m.	1340 m.
4	1 – 2 km.	2,3 km.
5	2 – 4 km.	4,0 km.
6	4 – 10 km.	7,5 km.
7	10 – 20 km.	12 km.
8	20 – 50 km.	Para distancias mayores no es conveniente una luz de 100 bujías.
9	Más de 50 km.	

3 – El estado del tiempo

Es la determinación de la condición meteorológica, basada en el fenómeno de las precipitaciones, como ser lluvias, tormentas eléctricas, granizo, etc. de extensión más o menos localizada. A continuación se presenta una tabla que relaciona la visibilidad con el estado del tiempo.

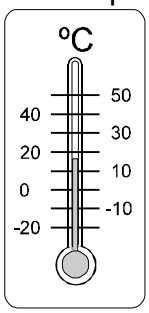
Cifra de visibilidad	Visibilidad con luz del día	Niebla, neblina o bruma	Nevada	Llovizna	Lluvia
0	Menos de 50 m.	Niebla muy espesa	Extraordin.	-----	-----
1	50 – 200 m.	Niebla espesa	Muy fuerte	-----	Tropical fuerte
2	200 – 500 m.	Niebla regular	Fuerte	-----	Tropical fuerte
3	500 – 1000 m.	Niebla moderada	Moderada	Densa	Muy fuerte
4	1 – 2 km.	Neblina	Ligera	Moderada	Fuerte
5	2 – 4 km.	Neblina débil o bruma	Muy ligera	Ligera	Fuerte
6	4 – 10 km.	Neblina débil o bruma	Muy ligera	-----	Moderada
7	10 – 20 km.	-----	-----	-----	Ligera
8	20 – 50 km.	-----	-----	-----	Muy ligera
9	Más de 50 km.	-----	-----	-----	-----



b) Con instrumentos

1 – Temperatura
2 – Humedad
3 – Presión
4 – Dirección del viento
5 – Velocidad del viento
6 – Techo
7 – Precipitación

1 - Temperatura



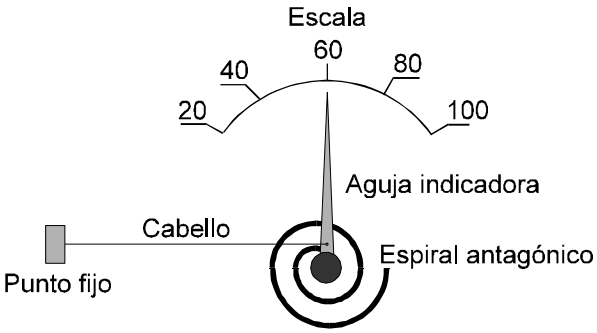
TERMOMETRO DE MERCURIO

Para la observación de la temperatura se emplean muchos tipos diferentes de termómetros. En la mayor parte de los casos, un termómetro normal que abarque un rango habitual de temperaturas es más que suficiente. Es importante situarlo de modo que queden minimizados los efectos de los rayos solares durante el día y la pérdida de calor por radiación durante la noche, para obtener así valores representativos de la temperatura del aire en la zona a medir.

2 – Humedad

El instrumento que se utiliza más a menudo en los observatorios meteorológicos es el higrómetro. Un tipo especial de higrómetro, consiste en dos termómetros: uno mide la temperatura con el bulbo seco y el otro con el bulbo húmedo. Un dispositivo más reciente para medir la humedad se basa en el hecho de que ciertas sustancias experimentan cambios en su resistencia eléctrica en función de los cambios de humedad. La humedad relativa se mide en % (porciento).

Higrómetro de cabello humano



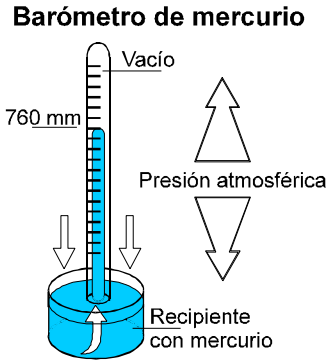
El cabello con la humedad se acorta o alarga. Se utiliza esta propiedad también para la medición de la humedad relativa.

El higrómetro de punto de rocío mide la humedad relativa gracias al punto de rocío. Se coloca una pequeña cantidad de éter en una copa metálica, fina y muy pulida; su evaporación, acelerada por el aire que sopla a través de ella, hace disminuir la temperatura de la copa. Cuando se alcanza el punto de rocío del aire circundante, aparece una película de humedad sobre la superficie de la copa. Se mide la temperatura con un termómetro y, tras consultar una tabla, se obtiene la humedad relativa en función de las temperaturas atmosféricas y de rocío.

El punto de rocío es por lo tanto una masa de aire que contiene vapor de agua en forma invisible baja la temperatura a un valor tal que dicho vapor es obligado a condensarse, transformándose en nubes, niebla o cualquier tipo de precipitación.

Este dato es sumamente importante para el piloto para anticipar el estado del tiempo en el aeródromo de destino y así anticiparse a tomar decisiones de aeródromos alternativos en el caso que sea necesario.

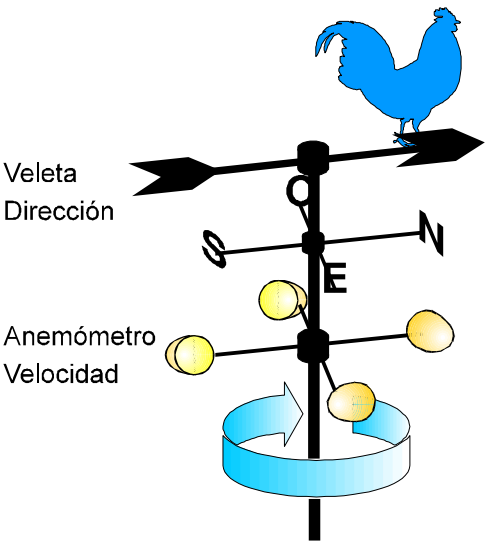
3 – Presión



Para la medición de la presión atmosférica se utiliza el barómetro de mercurio. Los barómetros aneroides, aunque menos precisos, son también útiles, en especial a bordo de los barcos. Todas las lecturas barométricas empleadas en los trabajos meteorológicos se corrigen para compensar las variaciones debidas a la temperatura y la altitud de cada estación, con el fin de que las lecturas obtenidas en distintos lugares sean directamente comparables. En el ámbito de mar la presión corresponde a 760 mm de columna de mercurio.

4 – Dirección del viento

El instrumento más utilizado para medir la dirección del viento es la veleta común, que indica de dónde procede el viento y está conectada a un dial o a una serie de conmutadores electrónicos que encienden pequeñas bombillas (focos) en la estación de observación para indicarlo.



5 – Velocidad del viento

La velocidad del viento se mide por medio de un anemómetro, un instrumento que consiste en tres o cuatro semiesferas huecas montadas sobre un eje vertical. El anemómetro gira a mayor velocidad cuanto mayor sea la velocidad del viento, y se emplea algún tipo de dispositivo para contar el número de revoluciones y calcular así su velocidad.

6 – Techo

Cifra	Altura en metros
0	Inferior a 50
1	50 – 100
2	100 – 200
3	200 – 300
4	300 – 600
5	600 – 1000
6	1000 – 1500
7	1500 – 2000
8	2000 – 2500
9	Sup. a 2500

El instrumento empleado para medir la altura de las nubes es el globo inflado con hidrógeno o helio, lo que proporciona una velocidad ascenso conocida, que multiplicada por el tiempo en que tarda en desaparecer en la capa de nubes, da la altura de la misma. A los fines de la transmisión de los datos observados, el siguiente sistema codificado ha sido adoptado por convenio internacional.

7 - Precipitación

Las precipitaciones se miden mediante el pluviómetro. El pluviómetro es un cilindro vertical abierto en su parte superior para permitir la entrada de la lluvia

y calibrado en milímetros o pulgadas, de modo que se pueda medir la profundidad total de la lluvia caída. El nivómetro es también un cilindro que se hinca en la nieve para obtener una muestra. Después se funde ésta y se mide en términos de profundidad equivalente de agua, permitiendo con ello que su medición sea compatible con la de las precipitaciones. Las mediciones de la profundidad de la nieve caída se efectúan con una regla similar a las reglas comunes.

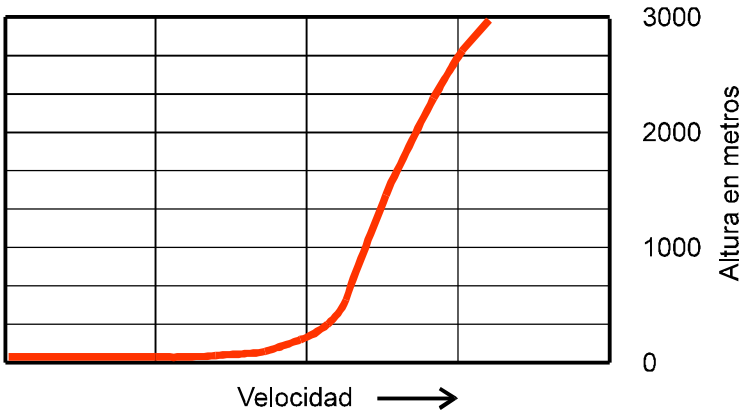
Vientos

El viento es una masa de aire en movimiento. Este término se suele aplicar tanto al movimiento horizontal como vertical. Para el caso de movimientos verticales de las masas de aire se denominan también con el término de corrientes. Los vientos se producen por diferencias de presiones atmosféricas, atribuidas sobre todo por las diferencias de temperatura. Cuando la temperatura de las regiones adyacentes difiere, el aire más caliente tiende a ascender y soplar sobre el aire más frío.

Escala de BEAUFORT	Velocidad del viento (km/h)	Denominación del viento	Símbolo en el mapa meteorológoco
0	menos de 1	Calma	
1	1-5	Ventolina	
2	6-11	Muy flojo	
3	12-19	Flojo	
4	20-28	Bonacible	
5	29-38	Fresquito	
6	39-49	Fresco	
7	50-61	Frescachón	
8	62-74	Duro	
9	75-88	Muy duro	
10	89-102	Temporal	
11	103-117	Borrasca	
12	más de 117	Huracán	

Los vientos pueden clasificarse en: dominantes, estacionales, locales ciclónicos y anticiclónicos.
En 1805 el hidrógrafo irlandés Francis Beaufort ha creado una escala de vientos para indicar la velocidad del mismo, pudiéndose encontrar en el mapa meteorológico.

La variación del viento con la altura.-

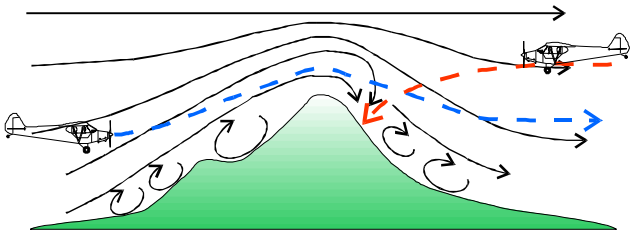


Debido a la disminución del efecto de fricción con la altura, se registra en la atmósfera libre un aumento gradual de la velocidad del viento en función de la elevación. A la vez cambia también la dirección del viento, ajustándose más a las isobaras.

La capa comprendida entre el suelo y el nivel de 1000 metros, en la cual es apreciable la influencia de la fricción, se llama la capa de fricción. Se observa que en la proximidad del suelo el aumento de velocidad es más pronunciado, luego se ajusta gradualmente al viento geostrófico. Sobre tierra, el viento de superficie alcanza en términos medios una velocidad igual a un 40% del viento

geostrófico; sobre el mar dicho valor se eleva a 70%, debiéndose atribuir esta diferencia a la menor fricción que ejercen las superficies oceánicas.
Los vientos geostróficos están generados por fuerzas báricas o sea por diferencias de presiones.

La turbulencia.-
El factor principal que da lugar a la turbulencia en la atmósfera es la fricción experimentada sobre la superficie terrestre. Los accidentes que se encuentran en ésta y su aspereza provocan la formación de remolinos, que luego son llevados a niveles más altos. Si se registran con instrumentos los detalles de la "estructura" del viento, descúbrese que el flujo turbulento del aire se caracteriza por interrumpidas fluctuaciones en la intensidad de la corriente, en intervalos irregulares, que duran unos pocos segundos, se intensifica el viento y amaina, alternadamente. La intensidad de las ráfagas es aproximadamente proporcional a la rugosidad del suelo y a la velocidad del viento, y aumenta en la misma medida como disminuye la estabilidad del aire. A términos generales tendremos entonces:
A ***barlovento*** (del lado que sopla el viento) de una montaña u obstáculo, tendremos corrientes de aire ascendentes.
A ***sotavento*** (del lado a resguardo del viento) de una montaña u obstáculo, tendremos corrientes de aire descendentes.



Los remolinos originados en las montañas constituyen a menudo un serio peligro para la aviación. Un aeroplano que vuela contra el viento, puede verse lanzado hacia la ladera de la montaña, y el piloto puede perder el control sobre el avión. Volando en el sentido del viento, el avión gana altura al acercarse a la cordillera. Si ésta tiene un declive brusco, puede formarse un remolino estacionario sobre su flanco de barlovento, con las consiguientes dificultades para la aviación. En tales condiciones el piloto que quiera hacer maniobras con un aeroplano con carga pesada, debe tener cuidado de tomar en cuenta las corrientes ascendentes y descendentes.
Estos efectos son mayores a mayor velocidad del viento y pueden alcanzar hasta una altura igual al tercio de la elevación total del obstáculo (montaña, edificio, etc.). En distancia pueden extenderse hasta muchos kilómetros después de cruzados los mismos. Los terrenos escarpados producen turbulencias en las corrientes de aire puesto que provocan ondulaciones dentro de su masa.
Las ciudades, fábricas, áreas boscosas, campos arados, ríos, etc., debido al calentamiento irregular entre ellos y las zonas en que se hallan, producen corrientes convectivas (ascendentes durante el día y descendentes durante la noche).

Clima

Efecto a largo plazo de la radiación solar sobre la superficie y la atmósfera de la Tierra en rotación. El modo más fácil de interpretarlo es en términos de medias anuales o estacionales de temperatura y precipitaciones.
Las áreas de tierra firme y las marinas, al ser tan variables, reaccionan de modos muy distintos ante la atmósfera, que circula constantemente en un estado de actividad dinámica. Las variaciones día a día en un área dada definen su *climatología*, mientras que el *clima* es la síntesis a largo plazo de esas variaciones. El clima se mide por medio de termómetros, pluviómetros, barómetros y otros instrumentos, pero su estudio depende de las estadísticas. Hoy tales estadísticas son realizadas competentemente por ordenadores. Con todo, un resumen sencillo a largo plazo de los cambios climáticos no proporciona una representación exacta del clima. Para obtener ésta es necesario el análisis de los patrones diarios, mensuales y anuales.
Aparte de los efectos de la radiación solar y sus variaciones, el clima siempre está bajo la influencia de la compleja estructura y composición de la atmósfera y de los mecanismos por los que ésta y los océanos transportan el calor. Así pues, para cualquier área dada de la Tierra, debe considerarse no sólo su latitud (inclinación del Sol), sino también su altitud, el tipo de terreno, la distancia del océano, su relación con sistemas montañosos y lacustres, y otras influencias similares

Zonas climáticas

Cálido y húmedo	*(Pluvisiva y sabana)*
	Sin estación seca
	Estación seca breve
	Invierno seco
Templado y húmedo	*(Bosque mixto y praderas)*
	Invierno más seco
	Sin estación seca
Seco	*(Estepas y desiertos)*
	Arido
	Semiárido
Polar	*(Tundra)*
	Picos

Los climas se describen con arreglo a códigos previamente acordados o con términos descriptivos un tanto imprecisos en su definición que, no obstante, resultan útiles. A escala global se puede hablar del clima en términos de zonas, o cinturones, que pueden trazarse entre el Ecuador y el polo en cada hemisferio. Para comprender éstas hay que tomar en consideración la circulación de la atmósfera superior, o estratosfera, así como la de la atmósfera inferior, o troposfera, zona donde se manifiesta el clima. Los fenómenos de la atmósfera superior no fueron conocidos hasta el desarrollo de tecnologías avanzadas, como los cohetes, los vuelos a gran altitud y los satélites.
En condiciones ideales, es posible suponer que el aire caliente asciende por convección a lo largo del Ecuador y desciende cerca de los polos. Así pues, el cinturón ecuatorial tiende a ser una región de baja presión y períodos de calma interrumpidos por tormentas eléctricas, asociadas a enormes nubes llamadas cúmulus. Debido a los períodos de calma, este cinturón recibe el nombre de

doldrums (estancamiento). Se desplaza ligeramente hacia el norte del Ecuador durante el verano boreal y hacia el sur durante el meridional. Por contraste, el aire desciende en las regiones polares. Esto produce una elevada presión atmosférica y vientos secos y helados que tienden a radiar hacia el exterior desde los polos.

Para complicar este cuadro simplista, hay que tener en cuenta la rotación de la Tierra, que desvía los componentes norte y sur de la circulación atmosférica. Así, los vientos tropicales y polares tienden a ser del este (vientos procedentes del este), y se desarrollan dos cinturones intermedios en cada hemisferio. A unos 30° de latitud norte y sur hay una zona de alta presión, en la que el aire de las capas superiores desciende y se divide, enviando corrientes hacia el Ecuador. En el hemisferio norte soplan vientos regulares del nordeste, y del sudeste en el hemisferio sur. Estas zonas de alta presión producen áreas áridas en los continentes, pero hacen que el aire sea húmedo sobre los océanos debido a la evaporación. Si estos vientos regulares chocan con una isla o con la costa de un continente, el aire húmedo se eleva hasta zonas más frescas, con lo que pueden producirse fuertes lluvias.

Entre los 50° y los 60° de latitud norte y sur se encuentra un cinturón de baja presión caracterizado por los vientos dominantes del oeste, que son desviados al sudoeste en el hemisferio norte y al noroeste en el hemisferio sur. La precipitación se caracteriza por los frentes polares, en los que el aire frío de los vientos polares del este penetra por debajo del aire cálido y húmedo de los vientos del oeste que, al enfriarse, liberan la humedad que contienen. En invierno esta es la causa de la mayoría de las nevadas en los continentes.

Temperatura y escalas de precipitación

La temperatura es un aspecto importante del clima y puede emplearse para categorizar las zonas climáticas en una escala de uno a cinco: 1) Tropical, con medias anuales y mensuales por encima de los 20 °C; 2) Subtropical, con 4 a 11 meses por encima de los 20 °C, y una media general de entre 10 y 20 °C; 3) Templada, con 4 a 12 meses entre 10 y 20 °C, y el resto más frescos; 4) Fría, con 1 a 4 meses entre 10 y 20 °C, y el resto más frescos; y 5) Polar, con 12 meses por debajo de los 10 °C.

En términos de precipitación pueden identificarse ocho zonas climatológicas básicas en cada uno de los hemisferios: 1) Ecuatorial: lluvia en todas las estaciones; 2) Tropical: lluvia estival con inviernos fríos; 3) Semiárida tropical: ligeras lluvias en verano; 4) Árida: seca en todas las estaciones; 5) Mediterránea seca: ligeras lluvias en invierno; 6) Mediterránea: lluvias en invierno, verano seco; 7) Templada: precipitaciones en todas las estaciones; 8) Polar: precipitaciones escasas en todas las estaciones.

Cartas del tiempo

Para seguir los distintos tipos de tiempo que transitan por lo alto de la superficie de la Tierra, es preciso recoger datos de un gran número de estaciones y anotarlos en las cartas. Cuando todas las observaciones se llevan a cabo en la misma hora, la carta en la cual se anotan los datos se llama ***carta sinóptica***

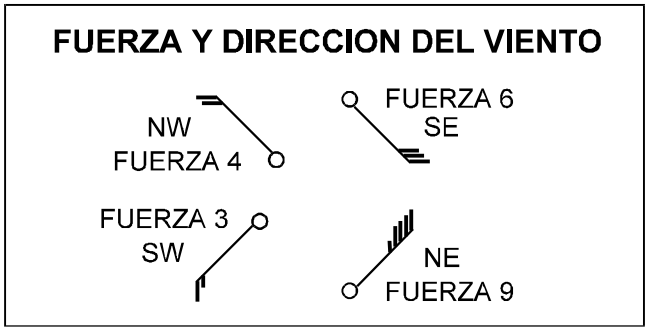
del tiempo. Cada una de las estaciones sinópticas está representada en estos mapas por medio de un pequeño círculo alrededor del cual se asientan los valores y características de los elementos meteorológicos tal como lo transmiten las estaciones meteorológicas. Alguno de los elementos se asientan en cifras y otros por símbolos, tomándose como criterio que las observaciones hechas con instrumentos, como la temperatura o la presión, se anotan en cifras, expresando las lecturas con todas las correcciones aplicadas, en tanto que las observaciones visuales, como ser las nubes y el estado del tiempo, se asientan en forma de símbolos. La Organización Meteorológica Internacional ha adoptado un sistema convencional de símbolos adecuados, especialmente apropiados para el uso internacional. La nubosidad observada en la estación se indica llenando el círculo en mayor o menor grado, proporcionalmente a la fracción del cielo cubierta por nubes. Además se indican por símbolos especiales los rasgos característicos de las nubes. Así por ejemplo las nubes de género Cúmulus o Cúmulonimbus se indican con símbolos en forma de cúpula y así sucesivamente según se puede observar en el cuadro en la parte superior.

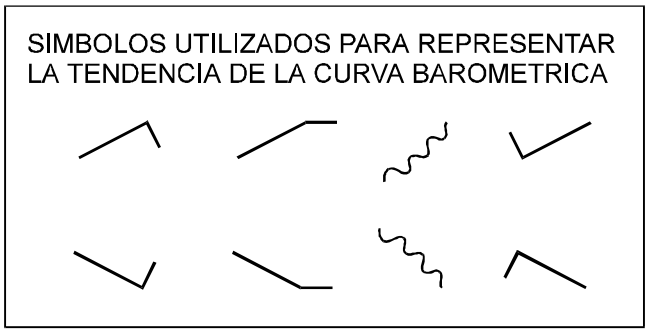
NUBES	
	CIRRUS
	CIRROSTRATUS
	ALTOCUMULUS
	ALTOSTRATUS
	STRATOCUMULUS O STRATUS
	NUBES BAJAS DESGARRADAS
	CUMULUS HUMILIS
	CUMULUS CONGESTUS
	CUMULO-NIMBUS

Los símbolos principales para representar el estado del tiempo se componen de rayas horizontales significando niebla o neblina, de comas para expresar llovizna, puntos para lluvia, asteriscos para nieve. Además se indica también si la precipitación es intensa y si es de carácter continuo. Dos símbolos puestos uno al lado del otro significa continuo, puestos uno encima del otro expresan gran cantidad. La combinación de dos símbolos diferentes puestos uno encima del otro indica la coexistencia de los dos fenómenos expresados por dichos símbolos. Así pues, el símbolo para la lluvia puesto una sola vez significa lluvia ligera e intermitente; dos de estos símbolos uno al lado del otro significa lluvia ligera continua; dos de estos símbolos uno arriba del otro significa lluvia intermitente de regular intensidad, y tres símbolos dispuestos en forma de triángulo expresan lluvia continua de regular intensidad. Si los tres símbolos se ponen alineados en una vertical, expresan lluvias fuertes de carácter intermitente y con cuatro símbolos dispuestos en la forma ˙ **:** ˙ se expresa lluvia fuerte y continua.

NUBOSIDAD	
	0 (cero)
	1 o menos
	2
	3
	4
	5
	6
	7 o más
	8 (octavos)
	CIELO INVISIBLE

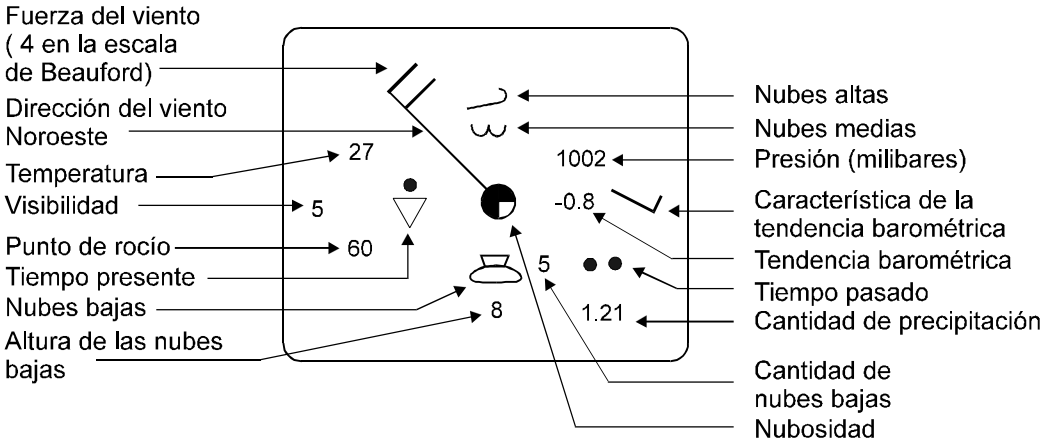
Las mismas reglas pueden aplicarse a los símbolos para la llovizna, la nieve y el granizo. Si la precipitación tiene carácter de chaparrón (inestabilidad), se agrega el símbolo respectivo un triángulo con el ápice dirigido hacia abajo.
El viento se indica mediante una flecha que siguiendo al viento está dirigida hacia el centro del círculo que representa la estación. La fuerza del viento, a su vez, se expresa por la cola de la flecha con rayitas, indicando cada una de ellas las unidades correspondientes según la escala de Beauford.
También se anota, por medio de otro sistema de símbolos, la característica de la tendencia barométrica.





Con el fin de facilitar la interpretación de las cartas del tiempo, se ha establecido un determinado orden en que los diferentes elementos o símbolos deben anotarse alrededor del círculo que representa la estación.
Asentada en forma gráfica las observaciones, se procede a efectuar el análisis sinóptico, cuyo resultado, a su vez, se expresa mediante símbolos apropiados. En los mapas comunes de trabajo es conveniente utilizar lápices de colores, aunque en los mapas impresos para la distribución es necesario recurrir a otros símbolos.
Los símbolos utilizados para representar la tendencia de la curva del barógrafo durante las tres horas precedentes a la observación. En caso de ascenso o descenso continuo no se emplea ningún símbolo.
En la figura siguiente se representa el esquema internacional para graficar observaciones.

ESQUEMA SEGUN CONVENIO INTERNACIONAL



SIMBOLOS INTERNACIONALES PARA INDICAR LOS RESULTADOS DEL ANALISIS SINOPTICO

Fenómenos a representar	*Símbolos usados en*		*Dirección de movimiento de los frentes*
	Los mapas de trabajo	*Los mapas impresos*	
Frente frío al suelo	Línea azul continua		↓
Frente frío en la altura	Línea azul en trazo rayado		↓
Frente caliente al suelo	Línea roja continua		↑
Frente caliente en la altura	Línea roja en trazo rayado		↑
Frente ocluído al suelo	Línea purpúrea continua		↑
Frente ocluído en la altura	Línea purpúrea en trazo rayado		↑
Frente casi estacionario	Línea roja y azul		Ningún movimiento
Zonas de niebla	Sombreado amarillo continuo	Símbolos de niebla dispersos	
Zonas de aire tropical	Sombreado rojo continuo	Superficie punteada	
Zonas de precipitación continua	Sombreado verde continuo	Superficie rayada	

Líneas utilizadas en las cartas del tiempo

Isobaras: En cada punto de una isobara, la presión reducida a nivel de mar es la misma, se llama así a las líneas que en una carta de tiempo unen los puntos de igual presión atmosférica. Estas líneas se dibujan separadas a intervalos de 5 milibar.

Isalobaras: Estas líneas impresas en las cartas de tiempo indican los puntos de igual tendencia de presión. Se trazan como curvas cortas interrumpidas a intervalos de un milibar por cada tres horas y se utilizan en la previsión del tiempo.
Isotermas: Las isotermas son líneas de igual temperatura y se trazan en color azul a intervalos de 10 grados. Su trazo es fino para no confundirlo con el trazo de los frentes fríos que es de mayor espesor.
Frentes: Son representados en las cartas de tiempo con líneas trazadas entre las masas de aire de diferente densidad o temperatura. Se denomina ***frente cálido*** cuando el aire caliente reemplaza al frío en el suelo, y ***frente frío*** cuando el aire frío desaloja al aire cálido en el suelo.

Cambios adiabáticos

Los cambios adiabáticos son aquellos en los cuales una masa de aire no recibe ni pierde calor en virtud del intercambio con el medio envolvente durante el proceso. La temperatura de una masa de aire sube cuando este es comprimido adiabáticamente, ya que el trabajo de la compresión se transforma en calor, por otro lado baja cuando el aire se dilata adiabáticamente. Puede observarse como ejemplo práctico la compresión en un motor diesel, al comprimir el pistón el aire que se encuentra en el cilindro, este eleva la temperatura a tal punto de encender la mezcla. Por otro lado podemos dar el ejemplo del escape de aire de un neumático, el proceso de expansión enfría el pico de escape.

Masas de aire

Se define como un cuerpo de aire que se aproxima a la homogeneidad horizontal, es decir que en sus respectivos niveles sus propiedades permanecen constantes en un área extensa. Estas masas de aire asimilan la temperatura y humedad características de las regiones en las cuales se originan, el frío de las regiones polares, el calor de los trópicos, la humedad de los océanos y la sequedad de los continentes.

*Clasificación de las masas de ai*re

Teniendo en cuenta sus fuentes de formación se clasifican en:

Símbolo	*Denominación*	*Observaciones*
A	Artico	Sin importancia a mediados del verano
Pc	Polar continental	Pronunciado en invierno
Pm	Polar marítimo	
Tc	Tropical continental	Muy frecuente en verano
Tm	Tropical marítimo	
E	Ecuatorial	
M	Aire de monzón	
S	Superior	Se forma en la atmósfera libre, por movimiento descendente en latitudes medias

Dos clasificaciones adicionales se basan en la temperatura:

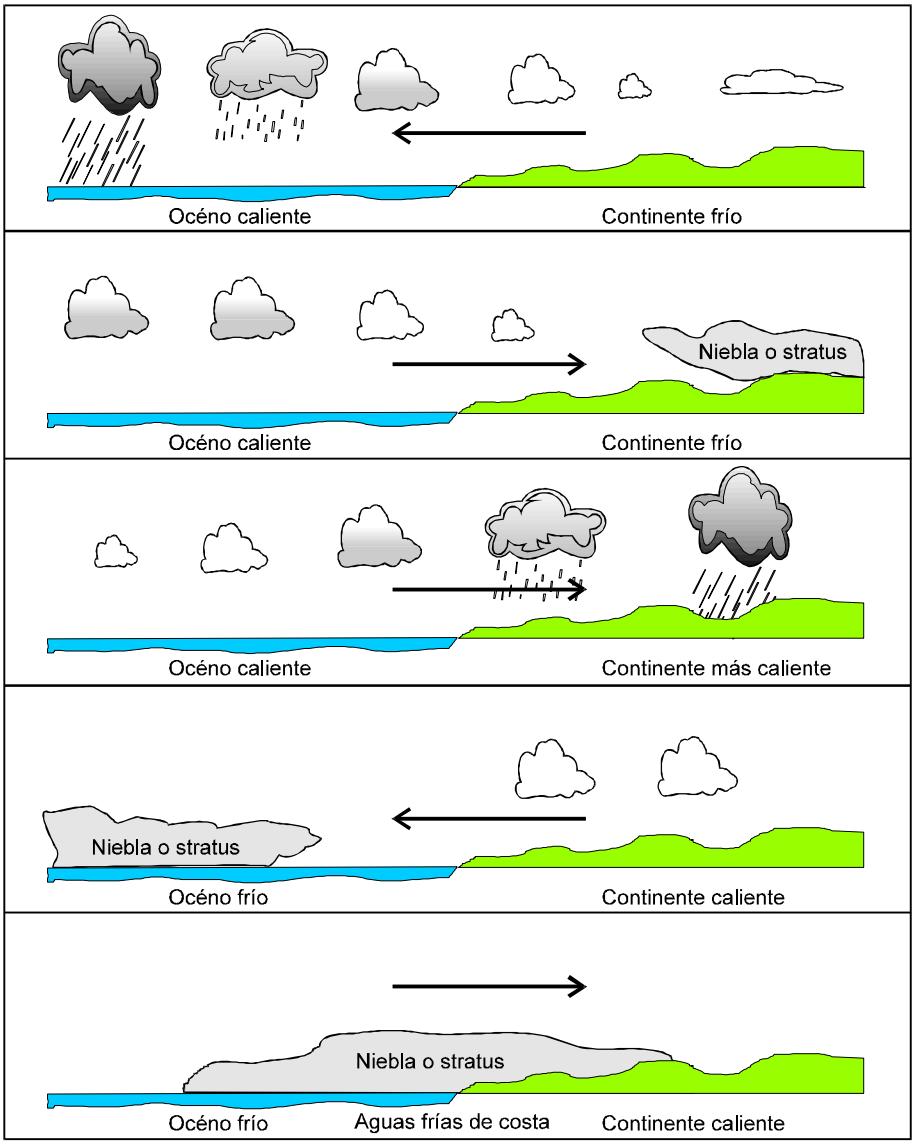
k Fría
w Cálida

Si el aire es más frío que la superficie, será calentado desde abajo y se producirán corrientes convectivas que originarán turbulencia. El polvo, humo y la contaminación atmosférica cercanos a la superficie serán ascendidos a niveles superiores, aumentando la visibilidad en los niveles más bajos. Esta clase de aire se denomina *inestable*.
Cuando el aire es más caliente que la superficie, no habrá tendencia a la formación de corrientes convectivas y será calmo. El polvo, humo, etc. se encontrarán en los niveles inferiores disminuyendo la visibilidad. Esta clase de aire se denomina *estable*.
Las condiciones de vuelo en masas de aire frío o cálido pueden apreciarse en la tabla siguiente:

Masa de aire	Tipo de nubes	Techo	Visibilidad	Aire	Tipo de precipitación
Frío	Cúmulus Cúmulo-nimbus	Ilimitado (1)	Excelente (1)	Inestable	Ocasionales tormentas eléctricas con chaparrones, granizo, lluvia helada, nieve, etc.
Cálido	Stratus Strato-cúmulus (niebla o bruma)	Bajo	Pobre	Estable (2)	Llovizna

(1) Excepto durante la precipitación
(2) Vuelo calmo con poca o ninguna turbulencia.

Masas de aire frío y cálido



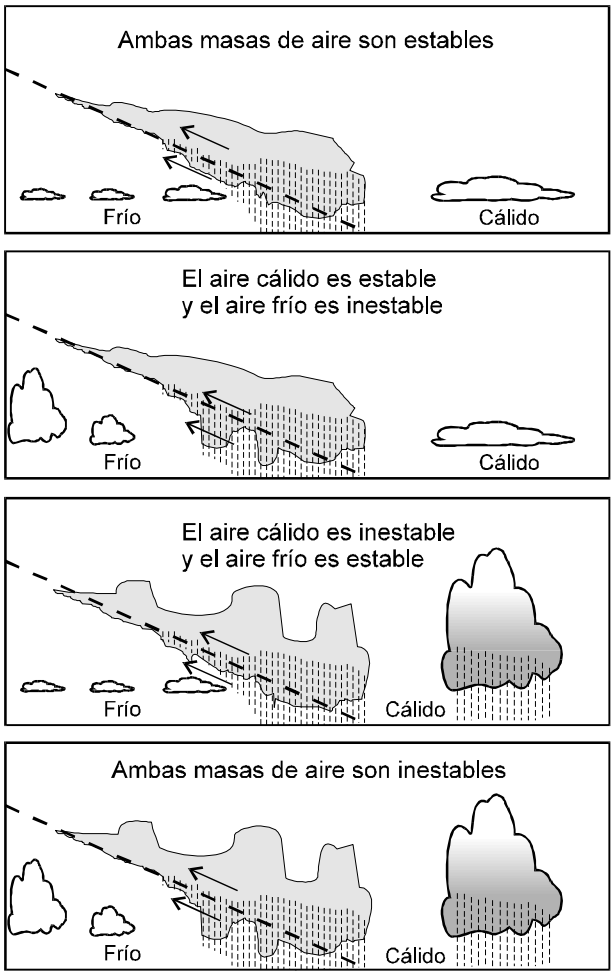
Frentes

Las superficies de discontinuidad atmosférica forman los límites de las masas de aire y cuando una de ellas comienza a moverse, su parte delantera está limitada por un frente que lleva el nombre de la masa de aire en movimiento. El límite frontal de una masa de aire frío en movimiento se denomina *frente frío* y el de una masa de aire caliente, frente cálido. Por lo tanto el frente frío desaloja al aire cálido y el frente cálido desaloja al aire frío.

Característica de un frente cálido

Cuando un frente de este tipo se mueve hacia delante, el aire cálido resbala hacia arriba sobre el aire frío que queda abajo y delante de él. El aire cálido es usualmente de una elevada humedad. A medida que es ascendido por el aire

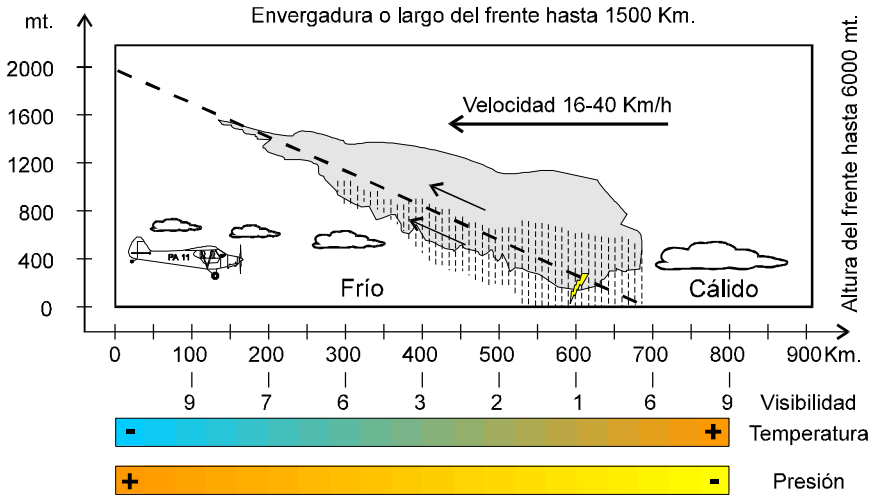
frío, su temperatura desciende. Este proceso continúa hasta llegar a la condensación y se forman nubes del tipo nimbo-stratus y stratus produciéndose lloviznas o lluvias. La lluvia al caer a través del aire frío que está debajo, aumenta su contenido de humedad de modo que éste se satura. Cualquier reducción de la temperatura en este aire frío causada por el movimiento hacia arriba a consecuencia del mayor enfriamiento de la tierra después de la puesta del sol, resultará en formación de niebla.



A medida que el aire progresa hacia arriba con un descenso constante de la temperatura, aparecerán nubes alto-stratus y cirro-stratus (si el aire cálido es estable). Si no es estable en los niveles superiores, las nubes que se formarán serán cumolo-nimbus y alto-cúmulus con tormentas eléctricas en muchas ocasiones. Finalmente cuando el aire es forzado hasta alcanzar la estratósfera, en las temperaturas extremadamente bajas de esta, el mismo se condensará apareciendo los cirrus.

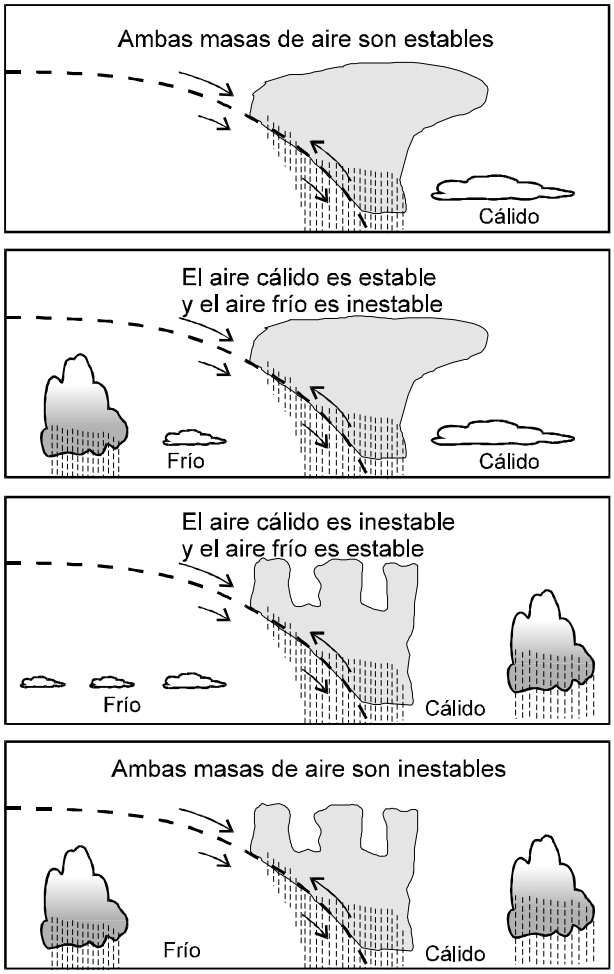
El ancho de un frente cálido puede variar de unos 150 a 500 km., en tanto que su envergadura puede pasar de 1500 km. Como límite para su altura puede indicarse valores aproximados de 1800 y 7000 metros.

Cuadro resúmen del vuelo hacia un frente cálido

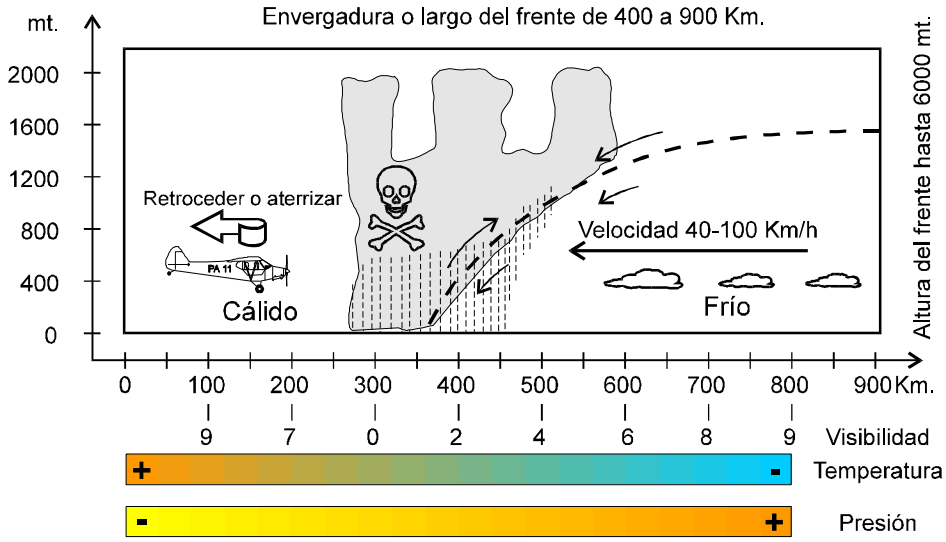


Características de un frente frío

Un frente a lo largo del cual el aire frío desaloja al aire cálido, recibe el nombre de frente frío. Los cambios más marcados en el tiempo tienen lugar a lo largo de ellos, por esta razón el tiempo más peligroso para la aviación se encuentra en las zonas don de ocurren los mismos. Lo que hoy se conoce como un frente frío activo, se conocía anteriormente con el nombre de *línea de turbonada*. Este término está todavía en uso pero su significado corriente denota una mala visibilidad, turbulencia fuerte, frecuente formación de hielo y, a menudo tempestades eléctricas. Siempre van seguidos del tiempo frío y más seco, períodos de frío fuerte y tempestades de polvo. Detrás de uno de ellos que se mueva rápidamente, aclarará pronto, con ráfagas y turbulencias en los vientos de superficie y temperaturas más frías que lo normal. Estos frentes se mueven generalmente a una velocidad entre 40 y 60 km/h, aún cuando se dan casos que lo hagan con una velocidad de hasta 95 y 100 km/h. El cambio del tiempo en ellos es más violento y comúnmente tiene lugar en su línea frontal que es muy empinada. Aún cuando raramente son muy



Cuadro resúmen del vuelo hacia un frente frío



anchos (generalmente 80 a 150 km.), pueden extenderse en cientos de kilómetros a lo largo de una línea que en nuestro país corre de noroeste a sudeste. Las nubes alto-stratus se forman algunas veces un poco delante de estos frentes, pero raramente exceden una distancia de 150 km. de ellos. Después que pasaron totalmente, el aire frío y seco que va detrás proporciona techos y visibilidad ilimitados, condiciones casi perfectas para el vuelo.

Característica de un frente ocluido

Se habla de oclusión en el caso de que un frente frío, avanzando con mayor velocidad que un frente caliente delante de él, termina por alcanzar a éste último. El aire cálido que al principio se halla entre el frente frío y el frente caliente, ha sido empujado hacia arriba. Si el aire delante del frente ocluido es más frío que el aire que le sigue se obtienen las condiciones representadas en la figura (a), se habla entonces de una *oclusión del tipo frente caliente*. Si por otro lado, el aire detrás del frente ocluido es más frío, figura (b), tenemos una *oclusión del tipo del frente frío*. La sucesión de nubes que se observan al acercarse un frente en oclusión, se asemeja mucho a la que corresponde a los frentes calientes.

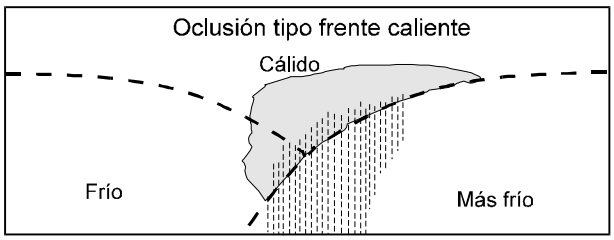


Fig. (a)

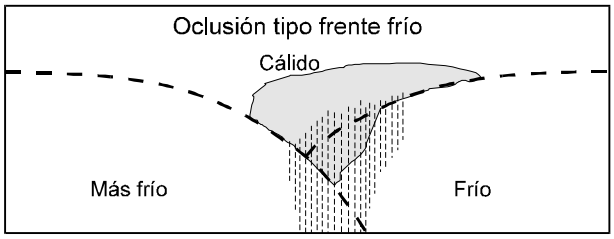


Fig. (b)